الفصل 4

العيوب الثنائية و الثلاثية الأبعاد

(العيوب السطحية و الحجمية)

1. تعريف العيوب السطحية :

وهي عبارة عن تجمع عدد من العيوب الخطية لكي تكون سطحا من العيوب و تمتد العيوب في هذه الحالة في بعدين ,حيث أن سطح البلورة بحد ذاته عبارة عن عيب لان دورية الشبكة مختلة و تنقسم العيوب السطحية أو المستوية الى أنواع منها :

1-الأسطح بين المواد الصلبة والغازات وتسمى أسطح حرة.

2-الأسطح بين المناطق التي يوجد فيها تغير في التركيب الذرى مع الحفاظ على دورية ترتيب الذرات وتعرف هذه الأسطح بحدود المناطق(domain boundaries).

3-الأسطح بين بلورتين أو حبيبتين لهما نفس الطور حيث يوجد فرق في اتجاه ترتيب الذرات عبر هذا السطح، وتسمى هذه الأسطح حدود الحبيبة (grain boundaries).

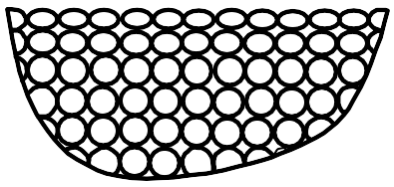
4 -الأسطح بين الأطوار المختلفة للمادة وتسمى حدود الطور (phase boundaries)حيث يوجد، بشكل عام، تغير في التركيب الكيميائي والترتيب الذرى عبر السطح بين الأطوار.

5-العيوب الناتجة عن أخطاء التعبئة (الرص).

-تتكون حدود الحبيبات على وجه الخصوص فى المواد الصلبة المتبلورة، بينما تتواجد كل من الأسطح الحرة و حدود المناطق و حدود الطور في كل من المواد الصلبة المتبلورة وغير المتبلورة.

1.1.الأسطح الحرة FREE SURFACES

تملك جميع المواد الصلبة أسطح حرة بسبب حجمها وشكلها المحدد .يختلف ترتيب الذرات على السطح الحر عن الذرات الموجودة في عمق البناء وذلك لاختلاف البيئة المحيطة بذرات السطح لعدم وجود ذرات مجاورة في أحد الجوانب .عادة، يكون للذرات القريبة من السطح نفس التركيب البلوري ولكن يوجد اختلاف صغير في متغيرات الشبيكة عنها في حالة الذرات الموجود في العمق، وهذا يمثل نوعا من التشوه، كما يوضح الشكل1 ادناه.



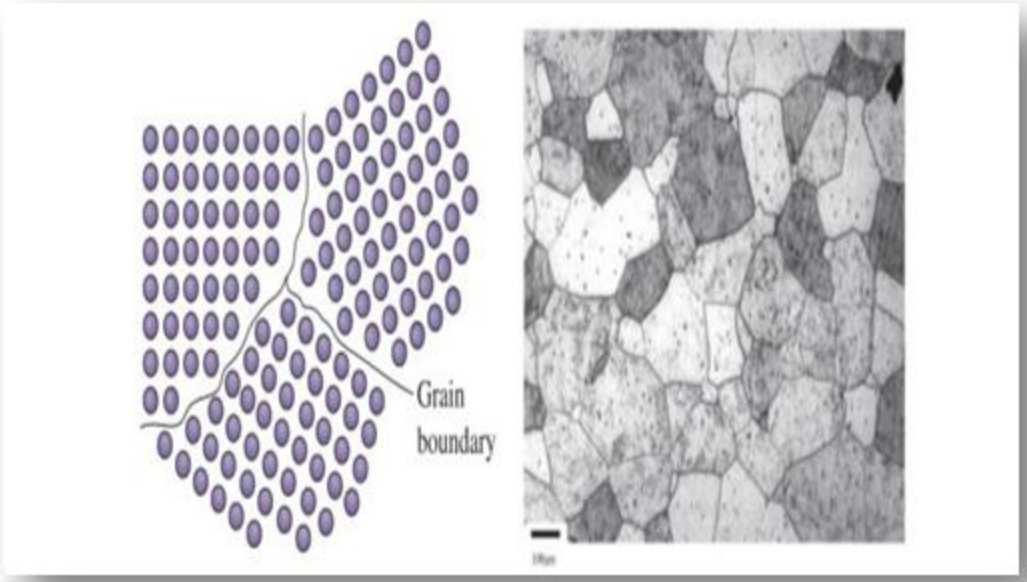
الشكل1 تصور مبسط للتشوه الذي يحدث عند سطح المادة المتبلورة.

ربما تكون أهم سمة للأسطح الحرة هي طاقة السطح المصاحبة لأسطح أي جسم صلب .يمكن رؤية مصدر طاقة السطح هذه باعتبار بيئة كل من الذرات على السطح والذرات الموجودة في الداخل .فمثلا، لكي يتم جلب ذرة من الداخل إلى السطح يجب إحداث كسر أو تشوه بعض الروابط وبذلك تزداد الطاقة .ويمكن تعريف طاقة السطح بأنها مقدار الزيادة في الطاقة لكل وحدة مساحة من السطح الجديد المتكون في المواد المتبلورة. تعتمد طاقة السطح على الاتجاه البلوري للسطح .الأسطح التي تكون عبارة عن مستويات ذات تعبئة ذرية كثيفة يكون لها طاقة سطح صغيرة، وذلك بسبب صغر نسبة روابط الذرات المكسورة والموجودة على هذه الأسطح وهذا يعنى أن للذرات عدد كبير من أقرب الجيران في مستوى السطح تتروح قيم طاقة السطح في المواد الصلبة من10 جول/م ^{2} إلى 1 جول/م ^{2} . بشكل عام، يمكن القول أنه كلما كانت الروابط قوية في البلورة فإن طاقة السطح تكون أعلى.

يمكن تقليل طاقات السطح عن طريق امتصاص ذرات أو جزيئات غريبة من الهواء. من المستحيل حفظ أسطح المواد الصلبة نظيفة بشكل تلقائي بسبب عملية إمتصاص السطح لذرات الشوائب، ويترتب على ذلك أن خصائص السطح مثل الانبعاث الالكتروني، معدلات التبخر ومعدلات التفاعلات الكيميائية تعتمد، إلى حد بعيد، على وجود أي شوائب ممتصة.

2.1. الحدود الحبيبية GRAIN BOUNDARIES

نجد في بعض المواد الصلبة أن البنية البلورية الخاصة بها لا تكون عبارة عن بلورة واحدة بل عبارة عن عدة بلورات صغيرة و يطلق عليها بالحبيبات و أن كل واحدة منها تختلف عن الاخرى في اتجاهها و حجمها و شكلها و يفصل بين هذه الحبيبات حدود تسمى بحدود الحبيبات و تعمل هذه الحدود على إعاقة حركة الالكترونات الحرة. تكون الذرات متقاربة جدا من بعضها في بعض المواقع في حدود الحبيبات بحيث تتسبب في حدوث منطقة الضغط ,وفي مناطق أخرى تكون متباعدة لدرجة أنها تسبب منطقة شد. لحدود الحبيبة طاقة سطح بيني (interfacial energy) ناتج عن الاضطراب في الدورية الذرية للمنطقة المجاورة للحد أو بسبب الروابط المكسورة التي توجد على السطح البيني .عموما، تكون طاقة السطح البيني أقل من طاقة السطح الحر وذلك لأن الذرات في حدود الحبيبة تكون محاطة من كل الجوانب بذرات أخرى وعدد الروابط المكسورة أو المشوهة فيه يكون أقل .يطلق على المواد الصلبة التي تحتوى على حدود حبيبات بالمواد المتعددة التبلور، حيث أن البناء التركيبي يتكون من العديد من المناطق. البلورات يكون لكل منها توجيه بلوري مختلف.

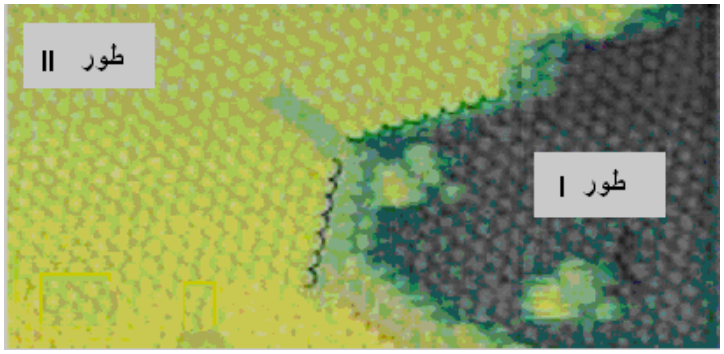


الشكل 2 الحدود الحبيبسة

3.1. حدود الطور PHASE BOUNDARIES

يعرف الطور بأنه جزء أو منطقة من المادة قابلة للانفصال وتكون متجانسة ولها تركيب فيزيائي وكيميائي معين . توجد الأطوار في شكل سائل متجمد تخللي، أو سائل متجمد تعويضي أو سبيكة منتظمة التركيب أو مركبات ومواد أمورفية(غير متبلورة) أو حتى على شكل بخار عناصر نقية .يوجد الطور المتبلور في الحالة الصلبة في شكل بلورة واحدة أو فى شكل متعدد التبلور.

طبيعة السطح البيني الذي يفصل بين الأطوار المختلفة يشبه إلى حد كبير الحد الحبيبي .الحدود بين طورين مختلفين في التركيب الكيميائي والتركيب البلُّوري تشبه الحد ود الحبيبيَّة، في حين أن الحدود بين أطوار مختلفة التي لها هياكل واتِّجاهات بلُّوريَّة متماثلة قد تكون شبيهة بحدود حبيبيَّة صغيرة الزاوية من حيث الطاقة والتركيب.

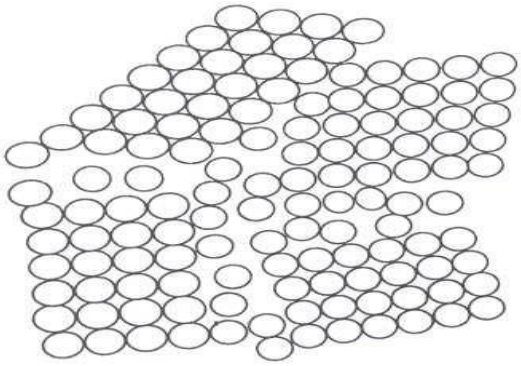


الشكل 3 سطح مكون بين طورين.

4.1. عيوب الرص(التعبئة) PACKING DEFECTS

بفرض أن البلورة عبارة عن رصات لمستويات تتكون من ذرات بعضها فوق بعض، وكان أحد المستويات مزاحا عن المستوى المجاور بإزاحة لا تساوى متجه في الشبيكة البلورية فإنه يتكون عيباً في التركيب يسمى خطأ رص . تحدث هذه الأخطاء في البلورات المتراصة مثل البلورة المكعبة المتمركزة الأوجه .يكون الرص في هذه البلورة ذات أنماط متعددة مثل الرص على الهيئةABCABC ، أو الرص على الهيئةABAB .

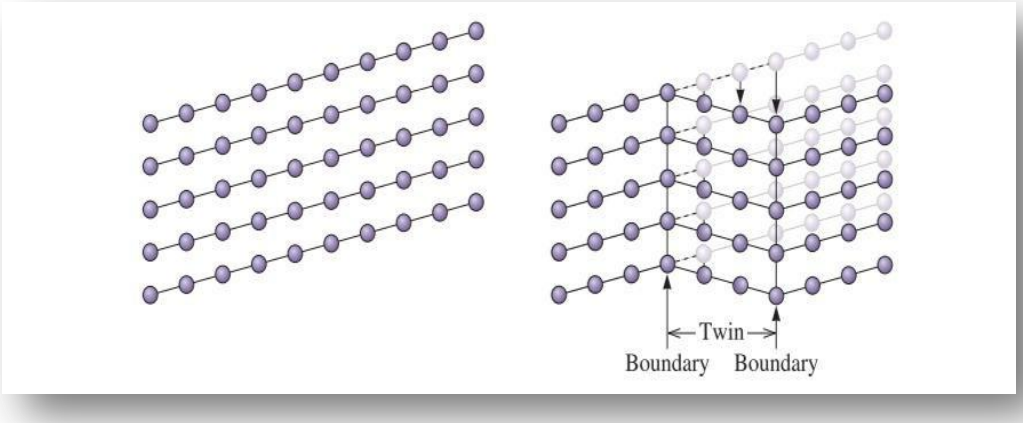
عندما ينتج ترتيبABABC مثلا بدلا من الترتيبABCABC فإننا نقول أنه حدث خطاء في الرص.



الشكل 4 اخطاء في الرص

5.1. حدود التوائم

تحدث حدود التوائم نتيجة لعدم استمرارية دورية الشبكة و ذلك بان يتم التناظر بين الجزء المشوه وغير المشوه.



الشكل 5 حدود التوائمة

2. العيوب الحجمية

يمكننا أن نعتبر أن استبدال جزء من البلورة بحجم مركب مختلف هو عيب ثلاثي الأبعاد .قد يختلف هذا المركب "الأجنبي" عن البلورة في طبيعته الكيميائية و/أو البلورية .ولدينا ثلاثة أنواع من عيوب الحجم. و عيوب الحجم الأكثر شيوعًا هي الرواسب، التي تتشكل عن طريق إدراج مرحلة بلورية واحدة داخل مرحلة أخرى .

1.2. الرواسب Les précipités

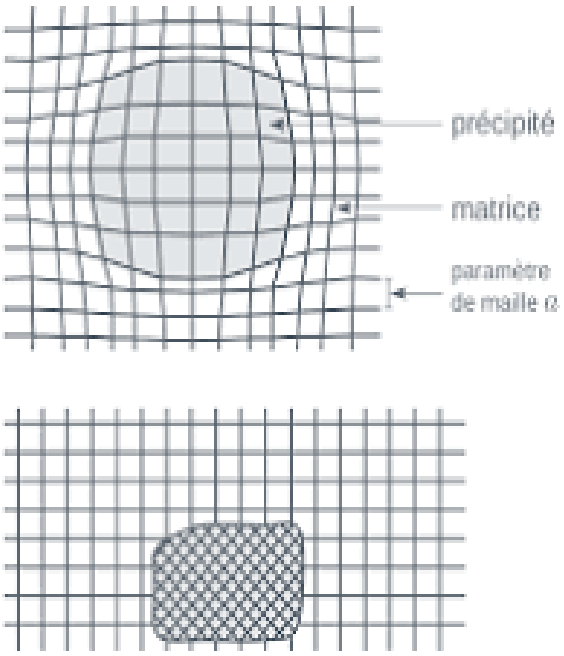
الرواسب هي جسيمات الطور الثاني التي تتشكل عن طريق الجمع بين ذرات المعدن وذرات عنصر السبائك . .يمثل الرسم أدناه بشكل تخطيطي نوعين من الرواسب.

1.1.2.انواع الرواسب

الرواسب المتماسكة تمثل الرواسب المتماسكة استمرارية بلورية مع المصفوفة (الشبكات البلورية للمصفوفة والرواسب متشابهة ولكن يمكن أن تكون معلمات الشبكة الخاصة بها مختلفة مما يؤدي إلى تشويه مرن للمصفوفة).

2.1.2. الرواسب غير المتماسكة ليس للرواسب غير المتماسكة علاقة بلورية مع المصفوفة .

تظهر الرواسب شبه المتماسكة فقط تماسكًا مع المصفوفة على طول مستويات معينة .يلعب حجم وتوزيع الرواسب دورًا كبيرًا جدًا في الخواص الميكانيكية للمواد .



أنواع مختلفة من الرواسب: متماسكة وغير متماسكة

2.2. الكهوف Précipité

عبارة عن تجويف مغلق داخل بلورة أو متعدد البلورات .يمكن أن تكون هذه تجاويف مفرغة يتم الحصول عليها عن طريق تكثيف الفجوات في الواقع، إذا كانت البلورة تحتوي على العديد من الفجوات، فإنها تنتشر وتتجمع معًا لتشكل تجويفًا فارغًا .يمكن أن تحتوي الكهوف أيضًا على غاز ولكن تحت ضغط منخفض.

3.2. الشوائب Les inclusions

هي "الشوائب" الموجودة في المعدن، والتي تأتي من إنتاجه في الحالة السائلة .وهي في أغلب الأحيان أكاسيد أو كبريتيدات أو سيليكات